

SISTEM PENGELOMPOKAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE *K-MEANS* DI WILAYAH KALIMANTAN TIMUR

Nur Hasanah^{1*}, Muh. Ugiarto², Novianti Puspitasari³

^{1,2,3}Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman
Jl. Panajam Kampus Gunung Kelua, Universitas Mulawarman, Samarinda 75119 - Kalimantan Timur
E-mail: NhurHsh@gmail.com, ugiarto@yahoo.com, miechan.novianti@gmail.com

ABSTRAK

Wilayah Indonesia merupakan bagian wilayah tropis dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Pada beberapa wilayah di Indonesia khususnya wilayah Kalimantan Timur sering muncul suatu fenomena alam yaitu bila saat musim hujan tiba terjadi limpahan air yang cukup banyak, berdasarkan data tahunan dari BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Data curah hujan yang digunakan perlu dilakukan pengelompokan agar dapat memberikan informasi tentang pola curah hujan disuatu wilayah yang diperlukan oleh masyarakat dan lembaga-lembaga yang terkait dengan informasi tersebut. Variasi curah hujan yang tinggi belum ditunjang oleh sarana observasi yang memadai. Oleh karena itu dibuat sebuah “Sistem Pengelompokan Curah Hujan di Wilayah Kalimantan Timur menggunakan Metode *K-means*”. Hasil dari pembuatan sistem pengelompokan curah hujan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang curah hujan yang terjadi di Kalimantan Timur.

Kata Kunci : Curah Hujan, *K-means*, *Datasets*.

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan bagian wilayah tropis dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan lintang, gerak semu matahari, letak geografis, topografi serta interaksi berbagai macam sirkulasi udara baik itu lokal, regional maupun global. Variasi curah hujan yang tinggi belum ditunjang oleh sarana observasi yang memadai. Masih banyak lokasi terpencil yang miskin informasi cuaca dan iklimnya, padahal informasi ini penting. Pada beberapa wilayah di Indonesia khususnya wilayah Kalimantan Timur sering muncul suatu fenomena alam yaitu bila saat musim hujan tiba terjadi limpahan air yang cukup banyak, bahkan sampai menimbulkan bencana banjir. Namun sebaliknya bila musim kemarau tiba ketersediaannya menjadi terbatas dan sering menimbulkan kekeringan bagi tumbuhan. Penggunaan data satelit merupakan solusi yang banyak digunakan dalam rangka mengurangi kesenjangan informasi cuaca dan iklim tersebut. Berbagai metode dikembangkan untuk mengolah data yang sesuai dengan rencana aplikasinya. Dalam penelitian ini pengolahan data satelit menggunakan metode *K-means* yang merupakan metode *clustering* non hirarki yang mempartisi data ke dalam *cluster* sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama dan data yang mempunyai karakteristik yang berbeda di kelompokkan ke dalam *cluster* yang lain dengan tujuan memperoleh klaster-klaster curah hujan dengan karakteristik yang sama. Data curah hujan yang digunakan adalah data tahunan dari BMKG (Badan

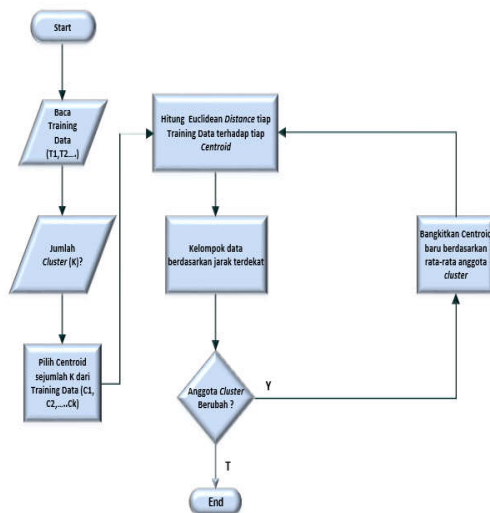
Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). Informasi penting yang akan diperoleh dari metode pengelompokan ini adalah wilayah di Kalimantan Timur yang memiliki karakteristik curah hujan yang sama, sehingga masyarakat yang berada pada lokasi tersebut lokasi yang tidak memiliki sarana pengamatan dapat melakukan inisialisasi. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan pengelompokan data curah hujan agar dapat memberikan informasi tentang pola curah hujan disuatu wilayah yang diperlukan oleh masyarakat dan lembaga-lembaga yang terkait dengan informasi tersebut. Oleh karena itu dibuat sebuah “Sistem Pengelompokan Curah Hujan di Wilayah Kalimantan Timur menggunakan Metode *K-means*”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *K-means*

K-means merupakan metode pengklasteran secara *partitioning* yang memisahkan data ke dalam kelompok yang berbeda. Dengan *partitioning* secara iteratif, *K-means* mampu meminimalkan rata-rata jarak setiap data ke klasternya [1]. Dalam algoritma *K-means*, setiap data harus termasuk ke *cluster* tertentu pada suatu tahapan proses, pada tahapan proses berikutnya dapat berpindah ke *cluster* yang [1]. Lebih lanjut, metode *K-means* merupakan metode non-hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih kelompok. Dengan kata lain, data yang memiliki karakteristik sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama [2].

Metode *K-means* memilih pola k sebagai titik awal centroid secara acak. Jumlah iterasi untuk mencapai cluster centroid akan dipengaruhi oleh kandidat cluster centroid awal yang ditentukan secara random dimana jika posisi centroid baru tidak berubah. Nilai K yang dipilih menjadi centroid awal, akan dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan jarak seperti Euclidean Distance, Manhattan, Cosine Similarity dan lain-lain. Metode perhitungan jarak adalah metode mencari jarak terdekat antara titik centroid dengan data. Data yang memiliki jarak terdekat dengan centroid akan membentuk sebuah cluster [2]. Berikut ini *flowchart* metode *K-means* pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart *K-means* [2]

Algoritma *K-means* yang digambarkan dalam gambar 1 dijelaskan sebagai berikut :

1. Tentukan k sebagai jumlah *cluster* yang akan dibentuk,
2. Tentukan k *centroid* awal secara random,
3. Hitung jarak setiap objek ke masing-masing *centroid* dari masing-masing *cluster* dengan menggunakan metode *Euclidian Distance*, seperti pada persamaan (1).

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_j^m (C_{ij} - C_{kj})^2} \quad (1)$$

Dimana, d_{ik} adalah jarak antara data ke *centroid* dengan *centroid* ke- k ; m adalah jumlah atribut; C_{ij} adalah data ke- i ; C_{kj} adalah data pusat klaster ke- k .

4. Alokasikan masing-masing objek ke dalam *centroid* yang paling dekat
5. Lakukan iterasi, kemudian tentukan posisi *centroid* baru dengan menggunakan persamaan (2).

$$C = \frac{\sum m}{n} \quad (2)$$

anggota data yang termasuk ke dalam *centroid* tertentu n : jumlah data yang menjadi anggota *centroid* tertentu

6. Ulangi langkah 3 jika posisi *centroid* baru tidak sama.

2.3 Datasets

Dalam penelitian ini, *datasets* pengujian berupa *dataset* curah hujan 1 tahun (12 Bulan) pada tahun 2016 dan berasal dari 10 stasiun pengamatan BMKG Temindung Samarinda. Sebelum *dataset* tersebut diujikan, terlebih dahulu dilakukan proses normalisasi data. Adapun formula dari normalisasi dapat dilihat pada persamaan (3). [4]

$$X = \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \quad (3)$$

Dimana, X adalah data normalisasi dari x ; x_{max} adalah nilai maksimum data; x_{min} adalah nilai minimum data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Datasets yang di gunakan sudah terlebih dahulu di lakukan normalisasi baru kemudian dilakukan proses *clustering* dengan menggunakan metode *K-means* sehingga didapatkan informasi tentang jumlah curah hujan tertinggi dan terendah, serta rata-rata curah hujan. Hasil *clustering* akan diperoleh kelompok data curah hujan yang akan digunakan untuk proses klasifikasi penentuan *cluster* (kelompok data) curah hujan. Pada tabel 4.1 merupakan data dari bmkg pada tahun 2016 yang sudah dinormalisasi.

Tabel 1. Data Normalisasi Curah Hujan

LOKASI	TERTINGGI	TERENDAH	RATA - RATA
LONG IRAM	1287	98	682
KOTA BANGUN	461	60	184
MA. KAMAN	413	71	207
TENGGARONG SEBERANG	313	60	166
TENGGARONG	274	69	159
MA. ANCALONG	448	33	212
TEMINDUNG	367	98	209
SAMBOJA	438	97	190
BALIKPAPAN	538	45	184
BERAU	528	123	246

1. Penentuan awal pusat *cluster*.
Untuk perhitungan awal diasumsikan dengan mengambil nilai *centroid* secara random pada

masing-masing data curahhujan. Masing-masing *centroid* ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. *Centroid* Awal

Centroid	Tertinggi	Terendah	Rata - Rata
C1	461	60	184
C2	274	69	159
C3	528	123	246

- Proses selanjutnya, mengalokasikan setiap data ke dalam suatu *cluster* yang memiliki jarak paling dekat dengan *centroid* setiap *cluster*. Oleh karena itu, perlu dihitung jarak setiap data dengan *centroid* setiap *cluster*, sehingga dapat diketahui *cluster* mana yang paling dekat dengan data. Dalam percobaan ini, lokasi pertama yaitu Long Iram digunakan untuk menghitung jarak ke pusat *cluster* pertama (C1) seperti berikut:

$$C1(1,1) = \sqrt{(1287 - 461)^2 + (98 - 60)^2 + (682 - 184)^2} = 965.2585146$$

Selanjutnya jarak data lokasi Long Iram ke pusat *cluster* kedua (C2) adalah:

$$C2(1,2) = \sqrt{(1287 - 274)^2 + (98 - 69)^2 + (682 - 159)^2} = 1140.411768$$

Adapun jarak data lokasi pertama ke pusat *cluster* ketiga (C3) adalah:

$$C3(1,3) = \sqrt{(1287 - 528)^2 + (98 - 123)^2 + (682 - 246)^2} = 875.6723131$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan hasil bahwa jarak data stasiun pertama dengan pusat *cluster* pertama adalah 965.2585146, jarak data stasiun pertama dengan pusat *cluster* kedua adalah 1140.411768, dan jarak data stasiun pertama dengan pusat *cluster* ketiga adalah 875.6723131.

- Berdasarkan hasil ketiga perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa jarak data stasiun pertama yang paling dekat adalah *cluster* 1, sehingga data stasiun pertama dimasukkan ke dalam *cluster* 1 (C1). Hasil perhitungan selengkapnya untuk 13 data stasiun pengamatan pada iterasi ke-1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak Data ke *Centroid* pada iterasi ke-1

LOKASI	CENTR OID 1	CENTR OID 2	CENTR OID 3	Jarak Terdekat ke Cluster		
				C1	C2	C3
LONG IRAM	965.2585	1140.411	875.6723	0	0	1
KOTA BANGUN	0	188.8782	110.9143	1	0	0

MA. KAMAN	54.35071	147.0680	132.0984	1	0	0
TENGGARONG	297	115	481	0	1	0
SEBERANG	149.0905	40.63249	237.8949	0	1	0
TENGGARONG	765	931	348	0	1	0
TENGGARONG	188.8782	0	273.8631	0	1	0
MA. ANCALONG	677	045	386	1	0	0
MA. ANCALONG	41.01219	185.4211	125.1239	1	0	0
TEMINDUNG	331	423	167.0778	1	0	0
TEMINDUNG	104.4270	109.4988	262	1	0	0
SAMBOJA	43.97726	169.2365	109.1421	1	0	0
SAMBOJA	685	209	092	1	0	0
BALIKPAPAN	78.44743	266.2649	100.1399	1	0	0
BALIKPAPAN	463	057	021	1	0	0
BERAU	110.9143	273.8631	0	0	0	1
BERAU	814	045	0	0	0	1

- Setelah semua data ditempatkan ke dalam *cluster* yang terdekat, kemudian hitung kembali *centroidcluster* yang baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada *cluster* tersebut. Perhitungan *centroid* yang baru menggunakan rumus (2). Hasil perhitungan *centroid* yang baru pada iterasi ke-2 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. *Centroid* iterasi ke-2

Centroid	Tertinggi	Terendah	Rata - Rata
C1	444.2	67.3	197.7
C2	293.5	64.5	162.5
C3	907.5	110.5	464

- Selanjutnya jika *centroid* yang baru konvergen dengan *centroid* yang lama maka hentikan iterasi, jika tidak, maka lanjutkan ke iterasi berikutnya. Dari Tabel 3 diatas dapat diperoleh informasi bahwa *centroid* tersebut belum konvergen dengan *centroid* yang lama sehingga berlanjut ke iterasi berikutnya. Dalam penelitian ini proses iterasi berhenti pada iterasi ke-3. Penghentian iterasi dilakukan saat *centroid* baru yang dibangkitkan dengan *centroid* yang lama akan menyebabkan konvergensi pada grup atau *cluster* sehingga tidak perlu menghitung jarak (*distance space*) data terhadap *centroid*-nya lagi. Berikut ini ada Tabel 5 adalah hasil akhir jarak data ke *centroid* pada iterasi terakhir.

Tabel 5. Jarak data ke *Centroid* pada iterasi terakhir

LOKASI	CENTR OID 1	CENTR OID 2	CENTR OID 3	Jarak Terdekat ke Cluster		
				C1	C2	C3
LONG IRAM	972.5673	1121.625	437.8361	0	0	1
LONG IRAM	499	94	566	0	0	1
KOTA BANGUN	22.88922	168.9341	529.4454	1	0	0
KOTA BANGUN	6	588	646	1	0	0
MA. KAMAN	32.74013	127.6822	558.6944	1	0	0
MA. KAMAN	846	227	603	1	0	0
TENGGARONG	135.1341	20.31624	666.9216	0	1	0
SEBERANG	926	965	596	0	1	0
TENGGARONG	174.5124	20.31624	704.3220	0	1	0
TENGGARONG	16	965	144	0	1	0
MA. ANCALONG	37.40209	165.2656	529.7645	1	0	0
MA. ANCALONG	442	952	704	1	0	0
TEMINDUNG	83.80682	93.20273	597.7637	1	0	0
TEMINDUNG	152	601	493	1	0	0

Dari hasil percobaan, perhitungan akhir dengan metode *K-means* diperoleh, Cluster satu (C1)

beranggotakan 7 stasiun yaitu Kota Bangun, Ma. Kaman, Ma. Ancalong, Temindung, Samboja, Balikpapan, Berau. Cluster dua (C2) beranggotakan dua stasiun yaitu Tenggarong Seberang dan Tenggarong. Sedangkan, Cluster tiga (C3) beranggotakan 1 stasiun saja yaitu Long Iram.

6. Dari hasil perhitungan jarak pada iterasi terakhir, diperoleh centroid dari setiap cluster yang tidak mengalami perubahan dan tidak ada lagi data yang berpindah dari satu cluster ke cluster yang lain. Hasil perhitungan centroid cluster pada iterasi terakhir terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 6. *Centroid* iterasi terakhir

Centroid	Tertinggi	Terendah	Rata - Rata
C1	456.1	75.3	204.6
C2	293.5	64.5	162.5
C3	1287	98	682

Dari hasil perhitungan *centroidcluster* yang terakhir menunjukkan bahwa nilai curah hujan pada stasiun pengamatan yang menjadi anggota cluster satu memiliki hasil analisa yang sama dengan analisa pada centroid cluster satu. Begitu juga dengan stasiun yang menjadi anggota cluster dua dan tiga yang memiliki hasil analisa yang sama dengan centroid cluster dua dan tiga.

7. Dari perhitungan iterasi yang dilakukan maka diperoleh hasil klasifikasi data curah hujan tinggi, sedang ,rendah. Setelah dilakukan 3 iterasi hingga nilai centroid sama maka iterasi berhenti kemudian akan menghasilkan hasil klasifikasi yang ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Klasifikasi

LOKASI	HASIL
LONG IRAM	TERTINGGI
KOTA BANGUN	TERENDAH
MA. KAMAN	TERENDAH
TENGGARONG SEBERANG	SEDANG
TENGGARONG	SEDANG
MA. ANCALONG	TERENDAH
TEMINDUNG	TERENDAH
SAMBOJA	TERENDAH
BALIKPAPAN	TERENDAH
BERAU	TERENDAH

3.2 Impelementasi

Berikut adalah tampilan *Graphical User Interface* (GUI) Proses Hitung *K-means Clustering* yang di tunjukkan pada gambar:

ID	NAMA WILAYAH	TINGGI (mm)	TERENDAH (mm)	RATA-RATA (mm)	CENTROID 1	CENTROID 2	CENTROID 3	C1	C2	C3
1	MA. KAMAN	461	60	184	461	60	184	0	0	0
2	LONG IRAM	1287	98	682	965.23851459596965	1140.4117674011140	875.67203214002078	0	0	1
3	KOTA BANGUN	461	60	184	00	188.87826767524089	110.91438139394111	1	0	0
4	MA. KAMAN	413	71	207	54.35071296680554	147.06801147768147	132.0984813623132	1	0	0
5	TENGGARONG SEBERANG	313	60	166	149.095374963149	40.6324993070241	237.89493479265238	0	1	0
6	TENGGARONG	274	69	159	188.87826767524089	00	273.86101044836274	0	1	0
7	MA. ANCALONG	448	33	212	41.012193308241	185.42114206808185	125.12393855694125	1	0	0
8	TEMINDUNG	367	98	209	104.42708008104	109.4885844154109	147.0778261769167	1	0	0
9	SAMBOJA	438	97	190	43.9772466549244	149.23652080129169	109.14210919714109	1	0	0
10	BALIKPAPAN	538	45	184	78.44743462982178	284.264955065065266	100.13990213696100	1	0	0
11	BERAU	528	123	246	110.91438139394111	273.86101044836274	00	0	0	1

Gambar 2. Proses *K-means* Iterasi Pertama

Form ini menampilkan proses iterasi pertama dari perhitungan nilai *k-means* pada kolom ke-6 sampai ke-8 ditampilkan *centroid* awal *cluster*, pada kolom ke-9 sampai 11 ditampilkan titik pusat *cluster* terdekat. Berikut adalah proses iterasi kedua yang di tunjukkan pada gambar 3.

ID	NAMA WILAYAH	TINGGI (mm)	TERENDAH (mm)	RATA-RATA (mm)	CENTROID 1	CENTROID 2	CENTROID 3	C1	C2	C3
1	MA. KAMAN	461	60	184	444.17	67.33	197.67	293.50	45.50	162.50
2	LONG IRAM	1287	98	682	972.56734963295973	1121.62594032261122	437.83615657001438	0	0	1
3	KOTA BANGUN	461	60	184	22.889223955023	168.93415877199169	529.4454841308529	1	0	0
4	MA. KAMAN	413	71	207	32.78010846408103	127.6822272501128	558.69440026910559	1	0	0
5	TENGGARONG SEBERANG	313	60	166	135.104191526428105	20.31624496539120	666.9216195672667	0	1	0
6	TENGGARONG	274	69	159	174.51241598818175	20.31624496539120	704.3220144228704	0	1	0
7	MA. ANCALONG	448	33	212	37.4020944155037	165.26549516993065	529.74457019177530	1	0	0
8	TEMINDUNG	367	98	209	83.8068215021984	93.20273601134293	597.76374919190898	1	0	0
9	SAMBOJA	438	97	190	31.25566615298431	150.64112894175151	543.77474080008544	1	0	0
10	BALIKPAPAN	538	45	184	97.41791416366697	244.21687594477246	468.20988883152468	1	0	0
11	BERAU	528	123	246	111.6374339846112	255.70441910311256	437.83615657001438	0	0	1

Gambar 3. Proses *K-means* Iterasi Kedua

Apabila Proses iterasi telah berakhir maka sistem akan menampilkan konfirmasi seperti gambar diatas. Kemudian sistem akan mengalihkan ke halaman selanjutnya, yaitu proses iterasi *k-means* hasil. Berikut adalah hasil dari setiap proses iterasi yang di tunjukkan pada gambar 4 :

Gambar 4. Hasil dari iterasi *k-means*

Setelah dilakukan proses iterasi maka akan dikelompokkan berdasarkan jarak terdekat kemudian sistem akan beralih ke halaman hasil *clustering* atau hasil klasifikasi data curah hujan sebagai berikut yang di tunjukkan pada gambar 5.

Gambar 5. Hasil *Clustering*

Pada Gambar 5 dari hasil *clustering* didapatkan informasi klasifikasi kelompok data curah hujan tinggi, rendah, sedang.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian terhadap sistem, didapat kesimpulan :

1. Sistem dapat melakukan klasifikasi jumlah curah hujan mulai dari tertinggi, sedang dan terendah dengan menggunakan metode *k-means clustering*.
2. Berhasil membangun dan menghasilkan sistem informasi curah hujan berbasis website.
3. Dengan adanya sistem ini para user dapat mengetahui jumlah curah hujan setiap bulannya.
4. Sistem ini dapat menjadi bahan pertimbangan/referensi terhadap user terutama petani dalam memperkirakan jumlah curah hujan yang akan datang.

4.2 Saran

1. Sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan teknik data mining lainnya agar informasi yang diolah dapat lebih akurat lagi.
2. Sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan obyek penelitian berupa menghitung nilai kelembaban, suhu minimum, suhu maksimum, kualitas udara, kecepatan angin.
3. Sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan metode – metode lain sehingga dapat menghasilkan prakiraan cuaca dan iklim berdasarkan aspek – aspek yang terdapat pada poin 2.
4. Tampilan sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur – fitur yang lebih menarik dan bermanfaat bagi user.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Havaluddin, Agus Tri Haryono, Dwi Rahmawati. 2016. *Aplikasi Program PHP dan MySQL*. Mulawarman University Press. ISBN: 978-602-6834-22-5
- [2]. M. Agustin, Fenty Eka, Ardini Fitria, and Anif Hanifah. 2015. *Implementasi Algoritma K-Means Untuk Menentukan Kelompok Pengayaan Materi Mata Pelajaran Ujian Nasional*. Jakarta: Jurnal Teknik Informatika VOL. 8 NO. 1.
- [3]. Puspitasari, Novianti, and Havaluddin. 2015. Penerapan Metode K-Means Dalam Pengelompokan Curah Hujan Di Kalimantan Timur. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- [4]. N. Meisida, O. Soesanto, and H. K. Candra, "K-MEANS untuk Klasifikasi Penyakit Karies Gigi," KLIK-KUMPULAN JURNAL ILMU KOMPUTER, vol. 1, no. 1, pp. 12-22, 2016.
- [5]. J. Aranda, and W. A. G. Natasya, "Penerapan Metode K-Means Cluster Analysis Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan

- Konsentrasi untuk Mahasiswa International Class STMIK AMIKOM YOGYAKARTA,” *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE*, vol. 4, no. 1, pp. 4-2-1, 2016.
- [6]. Adelia, and Jimmy Setiawan. 2011. Implementasi Customer Relationship Management (CRM) pada Sistem Reservasi Hotel berbasis Website dan Desktop. *Jurnal Sistem Informasi*, Vol. 6, No.2, September 2011.
- [7]. Arifin, As’Ad Syaiful . 2016. Sistem Informasi Pelayanan Upaya Kesehatan Masyarakat (Ukm) Di Puskesmas Sambungmacan 1 Berbasis Sms Gateway Dengan Php Dan Mysql. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [8]. Doro, Edi, and Stevalin Betshani. 2009. Analisis Data dengan Menggunakan Erd dan Model Konseptual Data Warehouse. *Jurnal Informatika*, Vol.5, No. 1: 71 - 85.
- [9]. Huda, Nuqson Masykur. 2010. Aplikasi Data Mining Untuk Menampilkan Informasi Tingkat Kelulusan Mahasiswa. Ponegoro: UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- [10]. Indriani, Karlana, and Sudarmadi. 2015. Sistem Informasi Inventory Alat Tulis Kantor (ATK) Menggunakan Metode Waterfall. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, Vol. XII, No.1.
- [11]. Mulyono, Dedi. 2014. Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal STT Vol.* 13 No. 1.
- [12]. Mustaqbal, M Sidi, Roeri Fajri Firdaus, and Hendra Rahmadi. 2015. Pengujian Aplikasi Menggunakan Black Box Testing Boundary Value Analysis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, Vol. 1, No. 3.
- [13]. Nasari, Fina, and Surya Darma. 2015. Penerapan K-Means Clustering Pada Data Penerimaan Mahasiswa Baru. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STIMIK Amikom Yogyakarta.
- [14]. Petter, Jerry. 2007. XAMMP: Paket Apache, PHP dan MYSQL Instant. Bandung.
- [15]. Purnawansyah & Haviluddin. 2016. *K-Means Clustering Implementation in Network Traffic Activities*. International Conference on Computational Intelligence and Cybernetics 2016 (CYBERNETICSCOM), 22-24 November 2016, Makassar - Indonesia.
- [16]. Purnawansyah, Haviluddin, Achmad Fanany Onnilita, Gafar, Imam Tahyudin. 2017. *Comparison between K-Means and Fuzzy C-Means Clustering in Network Traffic Activities*. The 11th International Conference on Management Science and Engineering Management (ICMSEM), Jul.28-Aug.2, 2017 in Kanazawa, Japan. SpringerLink LNMUINEN
- [17]. Priyanti, Dwi, and Siska Iriani. 2013. "Sistem Informasi Data Penduduk Pada Desa Bogoharjo Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Pacitan." *Indonesian Journal on Networking and Security* ISSN: 2302-5700.
- [18]. Rafiza, H. 2006. "Panduan dan Referensi Kamus Fungsi PHP Untuk membangun Database Berbasis Web." Sistem Informasi Bandung.
- [19]. Sari, Herlina Latipa, and Dinas Aulia Trianggana. 2014. Pengclusteraan Data Curah Hujan Kota Bengkulu Menggunakan Fuzzy Ckustering Algoritma Mixture. *Jurnal Pseudocode*, Vol. 1, No.1.
- [20]. Soelistio, Adi Tri , Tody Ariefianto Wibowo, and Agus Ganda Permana. 2013. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Pengelolaan Padi diPulau Jawa Berbasis Web. Universitas Telkom Bandung.
- [21]. Syarif, Azwar. 2009. Perancangan Sistem Informasi Berbasis Web dengan Menggunakan PHP dan MySql di Program Studi Ilmu Keperawatan Universitas Sumatera Utara. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [22]. Wahyudi, Heri. 2013. Perancangan Sistem Informasi Penyaringan Siswa Baru SMU Menggunakan PHP dan MySql. *Jurnal Computech & Bisnis*, Vol. 7, No. 2: 84-95.
- [23]. Widyatmoko, Karis, and Efrosina Estefin Rumteh. 2012. Sistem Informasi Pemesanan Tiket Pada Floo Tour and Travel. Semarang: Universitas Dian Nuswantor.